

AUDITORIA DE PREVENÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA

Vanessa de Castro Barbosa – e-mail vanessabarbosa@hotmail.com

Engenheira Ambiental pela Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

Rua Emílio de Menezes, 408 Bairro Santa Catarina

88810-260 Criciúma – SC

Mario Ricardo Guadagnin - mrg@unesc.net;

Engenheiro Agrônomo pela UFRGS. Especialista em Gestão Ambiental pela UNESC.

Mestre em Geografia com ênfase em Desenvolvimento Urbano e Regional pela UFSC.

Professor do Curso de Engenharia Ambiental – UNESC

Av. Universitária, 1105 Caixa Postal 3167

CEP 88806-000 Criciúma – SC

Resumo: O Gerenciamento de Resíduos é compreendido de técnicas de Produção Mais Limpa, visando minimização na geração de resíduos, a partir de redução no uso de reagentes juntamente com substituições de processos. Considera-se ainda no gerenciamento: a classificação, o armazenamento e a rotulagem, o tratamento e a disposição final. Este trabalho tem como objetivo propor um Gerenciamento de Resíduos Químicos para o Laboratório de Controle de Qualidade da Água da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento do Município de Criciúma. A inexistência de um gerenciamento de resíduos no laboratório em estudo é o principal motivo para a elaboração deste Programa. A implantação de um gerenciamento no laboratório da CASAN permite a minimização da geração de resíduos, através da substituição do uso de reagentes por equipamentos que não necessitam destes para as análises e adequação do número de análises. O gerenciamento de resíduos ainda sugere uma adequação da rotulagem de resíduos e reagentes, o que facilita no momento da escolha de tratamento e da disposição final adequados. O Gerenciamento de Resíduos, além de reduzir o volume de resíduo a ser tratado e disposto minimizando os custos da empresa, contribui para a preservação ambiental.

Palavras-chave: Gerenciamento de Resíduos. Resíduos. Minimização.

AUDIT OF PREVENTION AND WASTE MANAGEMENT OF CHEMICALS IN LABORATORY ANALYSIS OF WATER

Abstract: The Waste Management is comprised of technical Cleaner Production, in order to minimize the generation of waste from the reduced use of reagents with replacement process. It is further considered in management: the classification, storage and labeling, treatment and disposal. This paper aims to propose a Waste Management Laboratory for Quality Control of Water Company of Santa Catarina Water and Sanitation in the city of Criciúma. The lack of a waste management in the laboratory study is the main reason for writing this program. The implementation of a management in the laboratory of CASAN allows the minimization of waste generation, by replacing the use of reagents with equipment that does not need these for analysis and appropriateness of the analysis. Waste management also suggests an appropriate labeling of wastes and reagents, which

facilitates in choosing the treatment and final disposal. The Waste Management, and reduce the volume of waste to be treated and disposed minimizing the costs of the company, contributes to environmental preservation.

Keywords: Waste Management. Waste. Minimization.

1. INTRODUÇÃO

A inexistência de tratamento e disposição final adequados para resíduos contaminam o ar, solo, recursos hídricos, muitas vezes sem que se possa recuperar o que já foi contaminado. Porém as diversas técnicas desenvolvidas com programas de gerenciamento implantados permitem obter sucesso na minimização de impactos ambientais como as opções que evitam ou minimizam a geração de resíduos potencialmente perigosos e reduzem a degradação ambiental.

Com relação aos resíduos químicos, constantemente são inventados novos produtos com formulações mais complexas e de difícil tratamento, necessitando de estudos mais aprofundados. Um dos geradores de resíduos químicos são os laboratórios de análises de água, tendo os resíduos líquidos o seu principal resíduo, que mesmo em pequena quantidade também são uma contribuição de alto risco para o meio ambiente.

Neste contexto, é abordado o gerenciamento de resíduos químicos em laboratório de análise de água, mais especificamente com ênfase para resíduos químicos líquidos.

Este trabalho tem como objetivo propor um gerenciamento de resíduos químicos para o Laboratório de Controle da Qualidade da Água da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) do Município de Criciúma. O gerenciamento é desenvolvido a partir de uma proposta de minimização do uso de reagentes químicos, com posterior levantamento dos resíduos químicos gerados no laboratório, bem como sua quantidade mensal gerada.

Para o laboratório da CASAN, a adoção de um gerenciamento de resíduos proporcionará principalmente um menor gasto com reagentes, tendo como consequência menos geração de resíduos para ser tratado e disposto.

2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Os danos ambientais, decorrentes do desconhecimento das características de produtos manuseados, possibilidades de reutilização, reciclagem e reaproveitamento de resíduos e adequadas técnicas de tratamento e disposição final, podem ser minimizados e até mesmo evitados através da adoção do gerenciamento de resíduos.

O gerenciamento de resíduos tem grande importância em uma empresa ou instituição, pois através dele atingem-se objetivos como a melhoria no rendimento da produção, minimização de custos com matéria-prima, insumos, reagentes, tratamento e disposição final visto que a quantidade de resíduos gerados também diminui (SCHILLING; ZENY; BAPTISTA, 1999).

Na implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR), deve-se adotar como diretriz: o responsável pelo resíduo é o seu próprio gerador e realizar inventário dos resíduos gerados; respeitar a ordem: evitar a geração de resíduos, minimizar a geração, reaproveitar os resíduos, tratar e por fim dispor os resíduos de forma adequada; separar os resíduos em classes; armazenar os resíduos em recipientes adequados e seguros; tratar os resíduos interna ou externamente a instituição respeitando as leis vigentes; realizar todos os procedimentos de forma segura para evitar acidentes e deve-se realizar o treinamento do pessoal envolvido e divulgação do PGR (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006.)

Segundo a Universidade Federal de São Carlos (2005), o gerenciamento de resíduos químicos apresenta a seguinte ordem a ser cumprida: 1ª) Minimização na fonte geradora; 2ª) Segregação de resíduos perigosos; 3ª) Tratamento e/ou destruição de resíduos na fonte geradora; 4ª) Rotulagem; 5ª) Ficha de caracterização de resíduos; 6ª) Armazenamento; 7ª) Solicitação de recolhimento; e 8ª) Destinação final Efetuada pela Unidade Geradora de Resíduos (UGR).

Empresas e instituições geradoras de pequena quantidade de resíduos, como é o caso dos laboratórios de análises, também necessitam de um gerenciamento de resíduos com todas as suas ferramentas de execução, já que gerar grande ou mínima quantidade de resíduos, quando unidas e em longo prazo apresentam consequências muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente e a saúde de maneira semelhante.

3.1 Auditoria de Redução de Resíduos

As três etapas constituintes da Auditoria de Redução de Resíduos são: 1ª) Pré-avaliação, juntamente com a preparação da auditoria; 2ª) Coleta de dados ou inspeção de resíduos; e 3ª) Elaboração de relatório a partir dos dados coletados na auditoria.

Na primeira etapa, ocorre a determinação da equipe responsável pela auditoria; para que ocorra colaboração de todas as partes comunica-se o objetivo da auditoria a todo o pessoal da empresa ou instituição; garantir recursos financeiros necessários; a equipe de auditoria deve conhecer os processos realizados na empresa ou instituição, tendo um fluxograma das áreas a serem auditadas e estabelecer um programa inicial de acordo com as características de produção (SCHILLING; ZENY; BAPTISTA, 1999).

A segunda etapa compreende a coleta de dados através de perguntas onde suas respostas contam com instrumentos de observação de amostragens e classificação, observação visual e balanço de massa. Em qualquer tipo de inspeção, um instrumento utilizado por Vachon, Derek (1994) apud (SCHILLING; ZENY; BAPTISTA, 1999) é a adoção de tabelas em que demonstram, após a coleta dos dados, qual resíduo tem prioridade de tratamento dependendo de sua característica e classificação feita durante a auditoria, sendo esta a terceira etapa. Este gerenciamento segue a ordem: não geração de resíduos; redução da geração; reciclagem; tratamento e disposição final, (SCHILLING; ZENY; BAPTISTA, 1999).

Porém, na maioria das vezes uma mudança na metodologia de um procedimento de análise visando a não geração de resíduos pode comprometer os resultados finais pretendidos com a análise. (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

3.2 Inventário de Ativo e Passivo

Para que um Programa de Gerenciamento de Resíduos seja eficaz, deve-se abordar e apresentar os resíduos ativos – decorrentes das atividades cotidianas da Unidade Geradora (UG) - e os resíduos passivos – resíduos estocados aguardando destinação final em tempo indeterminado (JARDIM, 1998 apud TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

O objetivo de um inventário do passivo é apresentar a quantidade e qualidade da máxima quantidade dos resíduos químicos já estocados com o propósito de propor um tratamento e destino final adequado. Em muitos casos os geradores dos resíduos, estocarem-nos em locais como armários, capelas, geladeiras e congeladores, dificultando o trabalho de investigação. Ressalta-se que a existência de rótulos ilegíveis e danificados pelo tempo; misturas compreendidas de mais uma fase e a ausência de identificação do produto, prejudicam, também, o processo de realização do inventário do passivo (JARDIM, 2002).

Portanto, realizar um levantamento de resíduos gerados e estocados por tempo indeterminado permite propor um armazenamento, tratamento e destinação final destes de forma correta.

3.3 Caracterização, Classificação e Segregação

A classificação e segregação de resíduos são adaptadas conforme as atividades desenvolvidas e substâncias utilizadas em um processo produtivo, seguindo um nível de prioridade de acordo com a característica de cada resíduo gerado, do mais perigoso para o menos, ou não perigoso.

De acordo com a Universidade Federal de São Carlos (2005), os resíduos são separados em: a) Fenol; b) Soluções contendo mercúrio; c) Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos; d) Soluções contendo prata; e) Soluções aquosas com metais pesados; f) Peróxidos orgânicos; g) Sólidos: com metais pesados (cádmio e tálio); h) Sólidos: com os metais pesados restantes; i) Soluções aquosas sem metais pesados; j) Aminas; k) Resíduos de pesticidas e herbicidas; l) Outros sais; m) Redutores; n) Ácidos e bases; o) Oxidantes; p) Solventes não halogenados: solventes com possibilidade de utilização ou recuperação e misturas destes solventes; q) Halogenados: solventes ou misturas que contem solventes halogenados; r) Óleos especiais: óleos, utilizados em equipamentos elétricos, contaminados com policloreto de bifenila (PCB's) necessitam de separação, identificação, estocagem e ser mantidos em local adequado.; s) Misturas: resíduos que não foram enquadrados em nenhum item acima devem ser separados e identificados para posterior tratamento e disposição final; t) Materiais utilizados durante ou depois dos experimentos e que estejam contaminados (papéis de filtro, vidraria, luvas, dentre outros); u) Outros: diversos resíduos, como resinas, tintas e vernizes, fluido hidráulico, e outros. Estes resíduos devem ser segregados e identificados para posterior tratamento e disposição final, exceto se algum destes estiver contaminado com PCB's devem ser separados do restante.

Contudo, a classificação e segregação de resíduos é uma etapa facilitadora no momento em que se verifica a possibilidade de aproveitamento, reciclagem ou reuso do resíduo, como também para posteriores tratamento e disposição final.

3.4 Reuso/Reaproveitamento, Reciclagem e Recuperação

Na maior parte dos laboratórios, os resíduos líquidos são os resíduos químicos gerados em maior quantidade. No entanto, no gerenciamento dos resíduos líquidos nem sempre se pode aplicar a prevenção e a minimização dos resíduos (BENDASSOLLI, et al 2003 apud TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

O reaproveitamento dos resíduos líquidos gerados é mais facilmente aplicado em laboratórios (TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

Seguindo a hierarquia conveniente ao PGR tem-se o reaproveitamento do resíduo gerado, através dos princípios da reutilização, reciclagem ou recuperação. O reuso ou reutilização de um resíduo consiste na utilização deste dentro ou fora da Unidade Geradora. Já o princípio da reciclagem é fazer com que um determinado material retorne como matéria-prima, para seu processo de produção inicial. Por fim, recuperar um resíduo, é por motivos econômicos e/ou ambientais, resgatar um material de interesse (TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

Após a caracterização e identificação dos resíduos, avalia-se possibilidades de reaproveitamento destes resíduos, recuperação e reuso, avaliação econômica do passivo, destinação final, tratamento *in situ* e tratamento externo a unidade geradora (JARDIM, 2002).

Os materiais mais comuns de reciclagem em laboratórios são os solventes, óleos, ácidos e bases, catalisadores, combustíveis em geral, resíduos contendo grandes quantidades de metais (JARDIM, 2002).

Deste modo, as técnicas de reuso, reciclagem e reaproveitamento de resíduos contribuem para uma menor quantidade de resíduos a serem tratados e dispostos.

3.5 Armazenamento

Anteriormente ao tratamento e disposição final dos resíduos, que seguem normas internas de descarte conforme suas características toxicológicas faz-se a estocagem de coletores que conservam diversos tipos de resíduos por um período de tempo determinado, sendo chamado armazenamento temporário. Em laboratórios de pesquisa e análises, normalmente, existem dois tipos de armazenamento dos resíduos químicos gerados, o interno e o externo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996 apud PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2008). Tanto no armazenamento interno

quanto no externo, há diferenciações dos recipientes para líquidos ou sólidos, em áreas individualizadas, seguindo a RDC 306/04 (PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2008).

Para o armazenamento interno de resíduos sólidos tóxicos utilizam-se sacos plásticos de grande resistência e para resíduos líquidos contaminados, coletores de 50 litros, a fim de apassar. Os resíduos, em seus devidos recipientes de acondicionamento, não devem ter contato diretamente com o chão, podendo ser suspensos através de paletes; devem ser mantidos em locais arejados e deve existir faixa de segurança e demarcação destes locais. Os locais de armazenamento externo, de acordo com a NBR 12235/1992, são grandes e permitem a estocagem dos resíduos por um tempo mais longo (PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2008).

Os frascos destinados a armazenagem de resíduos no laboratório não devem ficar próximos a água ou fontes de calor, e se conter solventes, manter em local que possua ventilação e protegido do sol. Ainda no armazenamento não é recomendado o acúmulo de grandes quantidades de resíduos (o volume do resíduo não deve ultrapassar $\frac{3}{4}$ da capacidade do frasco); os frascos devem sempre estar tampados e os resíduos contendo metais devem ser armazenados no laboratório para recuperação e também os resíduos que podem ser tratados ou destruídos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005).

Observa-se ainda que os resíduos químicos separados devem ser armazenados em recipientes adequados, resistentes a choques físicos, feitos de polietileno de baixa densidade, sendo ainda identificados por meio de rótulos (TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

3.5.1 Rotulagem

Anteriormente a etapa de armazenamento, averiguando a quantidade de resíduo gerado, faz-se um sistema de rotulagem, com características do resíduo como: data, vencimento, rubrica, código da fonte geradora e grupo de descarte, para identificar os frascos que teriam capacidade de 5 litros (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005 apud PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2008). Estes frascos possuem como identificação: “Descarte Usual”, onde terminada sua capacidade, os resíduos são transferidos para bombonas de 50 litros identificadas por “Descarte temporário”, rotuladas com códigos sequenciais estabelecidos pela Divisão de Química Bioagri Laboratórios. A transferência do resíduo contido no “Descarte usual” para os recipientes de “Descarte temporário” são registrados em um livro definido como “Registro de Identificação do resíduo gerado na fonte para armazenamento temporário no laboratório” a partir de dados como horário, volume descartado, dentre outras informações. Ressalta-se que, quando terminada a capacidade do recipiente de “Descarte temporário” acontece o descarte onde esta atividade também é registrada no livro de registros, permitindo saber mensalmente a quantidade de resíduo gerado em um determinado espaço de tempo (PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2008).

A rotulagem de resíduos pode conter dados como reatividade, inflamabilidade, riscos à saúde e riscos específicos. Estes dados são observados, por exemplo, na simbologia de risco da National Fire Protection Association (NFPA) ou Diagrama de Hommel (Figura 1), originada nos USA, que possui valoração de risco que vai de 0 a 4. Além do Diagrama de Hommel ou Diagrama do Perigo é necessário apresentar dados da composição do resíduo gerado, citando todas as substâncias presentes; nome do responsável; quantidade gerada; data de geração e coleta e características do resíduo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005).



Riscos à Saúde

- 4 - Letal
- 3 - Muito Perigoso
- 2 - Perigoso
- 1 - Risco Leve
- 0 - Material Normal

Riscos Específicos

- OX - Oxidante
- ACID - Ácido
- ALK - Álcali (Base)
- COR - Corrosivo
- W - Não misture com água

Inflamabilidade

- 4 - Abaixo de 23°C
- 3 - Abaixo de 38°C
- 2 - Abaixo de 93°C
- 1 - Acima de 93°C
- 0 - Não queima

Reatividade

- 4 - Pode explodir
- 3 - Pode explodir com choque mecânico ou calor
- 2 - Reação química violenta
- 1 - Instável se aquecido
- 0 - Estável

Figura 1: Diagrama de Hommel. Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005.

Alguns cuidados devem ser tomados, na rotulagem de resíduos, como: não utilizar abreviações e fórmulas; o frasco contendo resíduo perigoso deve ter prioridade em sua classificação; deve-se colocar a etiqueta anteriormente a deposição do resíduo químico; preencher todos os dados de identificação contidos no rótulo; não omitir qualquer informação; todas as bombonas e frascos contidos de resíduos devem apresentar uma ficha de caracterização de resíduos; substituir rótulos adequadamente evitando confusão; no caso de dúvida deve-se consultar o responsável e os frascos para resíduos orgânicos e inorgânicos devem ser mantidos em locais diferentes evitando acidentes no momento do descarte (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005).

Conforme a Instrução Normativa nº 16 (2004), as soluções químicas devem possuir rótulo informando a data de preparação e validade, nome da solução, concentração, seu uso específico, acrescentando o Diamante de Hommel caso a solução química tenha risco moderado ou grande.

3.6 Transporte

Tanto para a etapa de tratamento como para a de disposição final, ocorre o transporte dos resíduos, sendo, interno ou externo a instituição, e deve seguir regras de segurança para evitar acidentes e consequente contaminação do solo, do ar e da água.

Em relação ao transporte externo, deve-se possuir licença para transporte dos resíduos junto aos órgãos fiscalizadores ambientais. Já para transporte interno em instalações horizontais, o transporte é efetuado com auxílio de carrinhos de carregamento individual ou carrinhos automotores; e para instalações verticais utiliza-se de elevadores. (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

3.7 Tratamento

Os resíduos químicos gerados no laboratório apresentam características e propriedades químicas que se modificam sempre, encontrando-se, então, dificuldades para determinar um padrão eficaz de tratamento para estes resíduos (GERBASE et al, 2005 apud PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2008).

Segundo Alberguini; Silva; Rezende (2005) produtos químicos devidamente diluídos, quando depositados no meio ambiente são degradados progressivamente, porém, produtos orgânicos sintéticos não-biodegradáveis e metais pesados e seus compostos não são passíveis de diluição (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2005).

A precipitação química é o processo mais frequentemente utilizado no tratamento de soluções residuais que contenham metais pesados (BENDASSOLLI, et al 2003 apud TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

As técnicas normalmente utilizadas para realizar o tratamento de resíduos químicos são a precipitação, destilação e neutralização. (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2005).

No tratamento de resíduos químicos em laboratórios deve-se realizar tratamento químico eliminando a periculosidade do resíduo ou encaminhar para descarte, podendo ser aterro industrial ou incineração. Não é aconselhado estocar resíduos que podem ser destruídos ou neutralizados no próprio laboratório para posterior descarte na pia; e sempre que possível aplicar os conceitos reutilização, reciclagem e recuperação aos resíduos permissíveis de segregação e descontaminação (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005).

Para minimizar ou até mesmo impedir a ocorrência de danos ambientais, em muitos casos, realiza-se o tratamento do resíduo gerado visando à diminuição do seu grau de periculosidade.

3.8 Disposição/Destinação Final

A disposição final de um resíduo é de grande importância, pois a sua não realização ou execução de forma inadequada, pode acarretar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Devido ao alto custo para disposição final e deficiência de possibilidades no gerenciamento de resíduos, este se torna cada vez mais importante e presente nas instituições. No entanto, durante o processo de gerenciamento pode-se aderir a técnicas como não geração de resíduos, redução na geração de resíduos, reciclagem, tratamento e por fim, a disposição final (SCHILLING; ZENY; BAPTISTA, 1999).

Na técnica de incineração vale saber que: quanto mais misturados estiverem os resíduos, mais caro será o processo; metais, ácidos, bases concentradas e flúor não são incinerados; todos os materiais devem possuir identificação; solventes clorados necessitam de separação e os materiais combustíveis tornam o processo mais barato (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2005).

Reagentes com prazo de validade vencido ou que não apresentam mais utilidade, podem ser encaminhados para outros laboratórios dentro ou fora de sua instituição (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005).

4. METODOLOGIA

A proposta do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) tem como principais diretrizes a metodologia descrita por Schilling; Zeny; Baptista (1999), Jardim (1998) e pela Universidade Federal de São Carlos (2005), tendo basicamente as seguintes etapas: 1) Auditoria de Redução de Resíduos e Inventário do ativo e passivo; 2) Classificação, segregação e separação; 3) Reuso/Reaproveitamento, Reciclagem e Recuperação; 4) Armazenamento e rotulagem; 5) Tratamento; e 6) Disposição Final.

A etapa inicial, a Auditoria de Redução de Resíduos, segue a metodologia proposta por Schilling; Zeny; Baptista (1999) juntamente com a metodologia de Jardim (1998 apud TAVARES; BENDASSOLLI, 2005), em que para um Programa de Gerenciamento de Resíduos obter sucesso, deve-se realizar um inventário dos resíduos provenientes das atividades cotidianas da Unidade Geradora, denominado ativo e também dos resíduos estocados por tempo indeterminado para posterior destinação final, sendo este o passivo. Nesta primeira etapa, através de questionamentos aos colaboradores e coleta visual de dados, foram construídos dois quadros descrevendo a operação unitária, composição do resíduo, quantidade gerada por mês e o número de análises realizadas mensalmente.

Em seguida foi realizada a classificação dos resíduos, pois para a Universidade de São Paulo (1996 apud PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2008) seguindo a metodologia de gerenciamento de resíduos posteriormente a realização do inventário do ativo, realiza-se a caracterização dos resíduos gerados. Nesta fase, utilizou-se a metodologia descrita pela Universidade Federal de São Carlos (2005), porém com adaptações para a realidade do laboratório em estudo.

Houve dificuldade na classificação de alguns resíduos, pois não foi possível acesso a sua composição através dos fornecedores dos reagentes.

As ações voltadas para o reuso foram elaboradas a partir dos dados obtidos mediante entrevista com os responsáveis pelas análises.

Os tratamentos propostos aos resíduos químicos gerados no laboratório seguiram como princípios a neutralização, pois a maior parte dos resíduos classificados enquadram-se em: “soluções contendo ácidos e bases” e a precipitação química para resíduos contendo metais pesados.

Para atingir as adequações e ajustes na rotulagem de reagentes e resíduos químicos no laboratório utilizou-se a metodologia da Universidade Federal de São Carlos, onde constam dados sobre os resíduos gerados, seus riscos, juntamente com o Diagrama de Hommel. Foi proposto, então um modelo de rótulo para resíduos e reagentes químicos, acompanhados por fichas de identificação, de acordo com as características dos reagentes e resíduos.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) é uma sociedade mista fundada no dia 31 de dezembro de 1970 pela Lei estadual nº 4.547 e formada no dia 02 de julho de 1971, visando organizar a execução e planejamento, operação e exploração dos serviços públicos de abastecimento de água, de esgotos e obras de saneamento básico através de convênios estadual e municipais (COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO, 2005).

A CASAN presta serviços que cobrem quase todo Estado de Santa Catarina, dividindo-se em três Superintendências Regionais de Negócios: Norte/Vale do Itajaí, Planalto/Oeste e Sul/Serra, sendo a última na qual cobre o Município de Criciúma.

Dentre os serviços prestados pela CASAN estão o monitoramento físico-químico e bacteriológico das águas, através de análises da água bruta e tratada, realizadas pelos seus laboratórios, sendo um destes localizado em Criciúma.

O Laboratório de Controle de Qualidade da Água da CASAN realiza análises físico-químicas, biológicas e hidrobiológicas. Os processos de análises da qualidade da água são realizados semestralmente em água bruta e mensalmente em água tratada

Os resíduos provenientes das análises são descartados na pia exceto o resíduo da análise de flúor, em que este é armazenado em garrafas de 5 Litros. Nas análises bacteriológicas de presença e ausência de coliformes é acrescentado hipoclorito de cálcio 1% para eliminar as bactérias, para posteriormente descartar o resíduo. As placas utilizadas na contagem de colônias, após acrescentar hipoclorito de cálcio 1% são descartadas em lixo comum.

5.1 Auditoria de Redução de Resíduos e Inventário do Ativo e do Passivo

A diminuição do uso de reagentes nas análises de laboratório pode comprometer os resultados, pois estas seguem metodologias específicas de execução.

Juntamente com a ferramenta de Auditoria de Redução de Resíduos pode-se utilizar a primeira etapa de gerenciamento de resíduos descrita por Jardim (2002), em que é realizado o inventário do passivo e do ativo gerados em uma unidade.

Nas atividades de análises da qualidade da água desenvolvidas no laboratório da CASAN ocorre a geração de resíduos químicos, exceto nas análises dos sólidos totais, condutividade, turbidez, cor e gás carbônico, pois estas não necessitam do uso de reagentes químicos, são executadas somente por meio de equipamentos específicos ou utilização de tabela como acontece com a análise de gás carbônico, através da relação pH e alcalinidade.

Em relação aos resíduos químicos que são estocados no laboratório para posterior descarte, denominado passivo, tem-se os resíduos provenientes das análises de flúor. Após a realização das análises o resíduo é estocado em garrafas com capacidade de 5 litros, que são depositadas no chão ou na bancada do laboratório. Das três garrafas existentes para estocagem do resíduo proveniente das análises de flúor, somente uma destas possui identificação com rótulo. Este efluente era descartado na pia, porém há três meses passou a ser estocado sem destino previsto.

No Quadro 01 está descrito o inventário do passivo gerado no laboratório, em relação aos resíduos químicos líquidos.

Quadro 1: Inventário do passivo

OPERAÇÃO UNITÁRIA	RESÍDUO/EFLUENTE (COMPOSIÇÃO)	QUANTIDADE GERADA POR MÊS (L)	Nº DE ANÁLISES POR MÊS
Realização das análises - FLÚOR	Solução padrão de flúor, solução Spadns*, água destilada e amostra de água	3,378	238
Realização das análises – REAGENTES COM VALIDADE ULTRAPASSADA	Inclui todos os resíduos que apresentam validade ultrapassada	-	-

*O reagente Spadns possui a seguinte fórmula química: $C_{16}H_9N_2S_3O_{11}Na_3$, e apresenta nome químico: Sal trissódico do ácido 1,8-dihidroxi-2-(4-sulfofenilazo)-naftaleno-3,6-dissulfônico PA (reagente para fluoretos, zircônio e tório)

Ressalta-se que as análises de cor, condutividade, turbidez, gás carbônico, sólidos totais não geram resíduos químicos, no entanto, não são incluídas no inventário dos resíduos.

Por fim, as análises bacteriológicas e hidrobiológicas também não constam neste inventário de resíduos químicos, pois enquadram-se nos Resíduos de Serviço de Saúde, grupo A1 que abrange meios de cultura e estoques de microorganismos conforme Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 306 de 07 de dezembro de 2004, e também segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 29 de abril de 2005 este resíduo também enquadra-se no grupo A1. As cartelas de análises bacteriológicas são recolhidas por empresa licenciada e posteriormente tratadas e com destino final adequados conforme a Resolução pertinente.

O inventário do ativo está descrito no Quadro 2.

Quadro 2: Inventário do Ativo.

OPERAÇÃO UNITÁRIA	RESÍDUO/EFLUENTE (COMPOSIÇÃO)	QUANTIDADE GERADA POR MÊS (L)	Nº DE ANÁLISES POR MÊS
Realização das análises - pH	Azul de bromotimol ($C_{27}H_{28}Br_2O_5S$), amostra de água	2,392	238
Realização das análises - ALCALINIDADE	Ácido sulfúrico (H_2SO_4), fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$), alaranjado de metila ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$), amostra de água	1,786*	17
Realização das análises – OXIGÊNIO CONSUMIDO	Ácido sulfúrico (H_2SO_4), permanganato de potássio ($KMnO_4$), amostra de água	2,227*	17
Realização das análises – OXIGÊNIO DISSOLVIDO	Sulfato manganoso ($MnSO_4$), azida sódica (NaN_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4), tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$), amostra de água	0,258*	17
Realização das análises – CLORETOS	Cromato de potássio (K_2CrO_4), nitrato de prata ($AgNO_3$), amostra de água	1,921*	17
Realização das análises – CLOROFILA	Acetona ($CH_3(CO)CH_3$) 90%, carbonato de magnésio ($MgCO_3$) 1%, ácido clorídrico (HCl) 0,5M,	0,2	17



	amostra de água		
Realização das análises - DUREZA	Solução tampão de amônia, eneocromo, EDTA 0,01M (azul), hidróxido de sódio (NaOH), murexida, EDTA 0,01M (rosa), amostra de água	3,553*	17
Realização das análises - FERRO	Reagente Ferover, amostra de água	0,170	17
Realização das análises - ALUMÍNIO	Ácido ascórbico (C ₆ H ₈ O ₆), reagente aluver 3, reagente bleaching 3, amostra de água	0,425	17
Realização das análises - MANGANÊS	Ácido ascórbico (C ₆ H ₈ O ₆), reagente (tubo branco) e (tubo vermelho), amostra de água	0,180	18
Realização das análises - SULFETO	Reagente sulfide 1, reagente sulfide 2, amostra de água	0,450	18

*Estes valores são a quantidade de resíduo gerado no mês, em média, pois estas análises são realizadas através de titulação, portanto, a quantidade de reagente utilizado tem variação dependendo da situação em que o sistema, ou seja, amostra de água encontra-se.

Quadro 2: Inventário do Ativo continuação.

OPERAÇÃO UNITÁRIA	RESÍDUO/EFLUENTE (COMPOSIÇÃO)	QUANTIDADE GERADA POR MÊS (L)	Nº DE ANÁLISES POR MÊS
Realização das análises - FÓSFORO	Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) 1N, persulfato de potássio (K ₂ S ₂ O ₈), hidróxido de potássio (KOH), reagente phosver 3, amostra de água	0,153	17
Realização das análises - NITRITO	Reagente nitra-ver 3, amostra de água	0,170	17
Realização das análises - NITRATO	Reagente nitra-ver 6, reagente nitriver 3, amostra de água	0,425	17
Realização das análises - NITROGÊNIO	Reagente total nitrogen hidroxi, reagente total reagil persulfat, reagente A, reagente C, amostra de água	0,360	18
Realização das análises - AMÔNIA	Reagente ammonia salicylate, reagente ammonia cyanurate, amostra de água	0,180	18
Realização das análises - DBO	Hidróxido de potássio (KOH), amostra de água	6,808	17
Realização das análises - DQO	Solução digestora, solução catalítica, amostra de água	0,136	17

O Quadro 2 representa o inventário do ativo de acordo com cada operação unitária, composição do resíduo gerados, quantidade mensal gerada e número de análise mensais.

Ressalta-se que o Gerenciamento de Resíduos proposto e suas etapas estão voltadas somente para resíduos químicos líquidos.

5.2 Separação/Classificação dos Resíduos

Seguindo a etapa seguinte da metodologia para gerenciamento de resíduos, realiza-se a caracterização dos resíduos gerados e sua fonte geradora após o inventário de ativo e passivo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996 apud PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2008).



A classificação dos resíduos permite adequar um tratamento e disposição final para cada tipo de resíduo.

Baseando-se na metodologia da UFSCar, porém com adaptações de nomenclatura, exclusão ou inclusão de classificações, tendo como enfoque a realidade do laboratório em estudo, ou seja, seus resíduos levantados no inventário do ativo e do passivo, utiliza-se a seguinte classificação:

Os resíduos foram classificados como:

1 = Soluções contendo mercúrio: resíduos das análises de DQO;

2 = Soluções contendo prata: resíduos das análises de Cloretos;

3 = Soluções aquosas com metais pesados: resíduos das análises de Ferro e Alumínio;

4 = Soluções aquosas sem metais pesados: resíduos das análises de pH;

5 = Soluções contendo ácidos e bases: resíduos das análises de Alcalinidade, Oxigênio consumido, oxigênio dissolvido, dureza, manganês, sulfetos, fósforo, nitrito, nitrato, nitrogênio, DBO e também os resíduos das análises de Ferro e Alumínio caso não seja detectado a presença de metais pesados nas amostras;

6 = Misturas contendo solventes não halogenados: resíduos das análises de Clorofila;

7 = Misturas/resíduos que não foram enquadrados em nenhum item acima devem ser separados e identificados para posterior tratamento e disposição final: resíduos das análises de amônia e flúor.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na implantação de um Programa Gerenciamento de Resíduos a prevenção da geração de resíduos é o primeiro requisito em uma escala de prioridades, podendo ser alcançada a partir da substituição de matéria-prima e insumos e/ou modificação no processo, gerando menos resíduos e economizando em custos com reagentes (TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

As etapas do Gerenciamento e Resíduos Químicos proposto ao laboratório em estudo atende os requisitos apresentados pelas referências tomadas como base e a realidade do local. Estas etapas são: 1ª) Auditoria de Redução/Prevenção de Resíduos e Inventário do Passivo e do Ativo; 2ª) Classificação/Separação dos Resíduos; 3ª) Reuso/Reaproveitamento, Reciclagem e Recuperação; 4ª) Armazenagem e rotulagem; 5ª) Tratamento; e 6ª) Disposição Final.

No laboratório da CASAN não é possível realizar a prevenção de geração de resíduos, pois todas as análises seguem uma metodologia de procedimento em que sua alteração compromete os resultados finais das análises.

No entanto, é possível fazer substituições de processo, como por exemplo, na análise de flúor, em que é recomendado o uso de um eletrodo de íon seletivo de fluoretos. Esta mudança de processo contribuirá para uma menor utilização de reagentes, já que não necessita destes para acontecer, e em consequência menos resíduos são gerados e ainda excluirá os gastos com reagentes. Outra mudança de processo é a substituição na análise de pH através do uso do reagente azul de bromotimol pela utilização somente do pHmetro, o que diminuirá a geração de resíduos, uma vez que este método não necessita de reagentes químicos.

Uma modificação que também poderá ser realizada ainda no que diz respeito a redução de resíduos, primeiro princípio do gerenciamento, é a adequação do número de análises de flúor. A quantidade de análises de flúor realizadas mensalmente no laboratório é superior ao número exigido pela Portaria nº 518/2004, portanto, pode-se diminuir de 238, hoje realizadas no laboratório, para 134, adequando-se a Portaria vigente. Esta atitude diminui a quantidade de resíduos gerados, porém, a utilização de eletrodo de íon seletivo não gera resíduos químicos, sendo então a melhor escolha.

Seguindo na próxima etapa, os resíduos classificados devem ser de acordo com Tavares; Bendassolli (2005), armazenados em recipientes adequados e identificados com rótulos, não ultrapassando 90 dias de armazenamento.

Partindo-se para a etapa de reciclagem, reuso e reaproveitamento, os reagentes químicos com prazo de validade ultrapassado, sendo então um resíduo, estocados no laboratório, conforme

descritos no inventário do passivo podem ser doados para o reuso destes em aulas e práticas instrutivas (DAL PONT, 2009).

Grande parte dos resíduos armazenados no laboratório não possuem rotulagem adequada, ou então nem as possui. A rotulagem de reagentes químicos também possui não conformidades como: uso de abreviações e fórmulas, rótulos ilegíveis, sem data de validade e sem dados sobre os riscos do reagente químico. Entretanto, segundo a Universidade Federal de São Carlos (2005), a rotulagem de resíduos pode conter dados como inflamabilidade, reatividade, riscos à saúde e riscos específicos, descritos no diagrama de Hommel, como também composição do resíduo, quantidade gerada, nome do responsável, datas e características do resíduo. Além disso, os rótulos não devem conter abreviações e fórmulas, todas as bombonas e frascos contidos de resíduos devem apresentar uma ficha de caracterização de resíduos e substituir rótulos adequadamente evitando confusão.

Utilizando-se como base a metodologia da Universidade Federal de São Carlos, com dados do resíduo e diagrama de Hommel, a Figura 2 mostra uma sugestão de rótulo com adaptações para o laboratório em estudo.



Figura 2: Proposta de rótulo para resíduos químicos líquidos. Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005 adaptado pela AUTORA, 2009.

A nomenclatura “Descarte usual” é usada em recipientes com capacidade de 5 litros, esgotada a capacidade, o resíduo é transferido para recipientes de 20 litros com nomenclatura: “Descarte temporário”, seguindo a metodologia descrita por Penatti; Guimarães; Silva (2008).

A rotulagem dos reagentes químicos também é de grande importante no desenvolvimento de um PGRQ. Devido as não conformidades encontradas no laboratório em estudo, uma proposta para este está apresentanda na Figura 3.

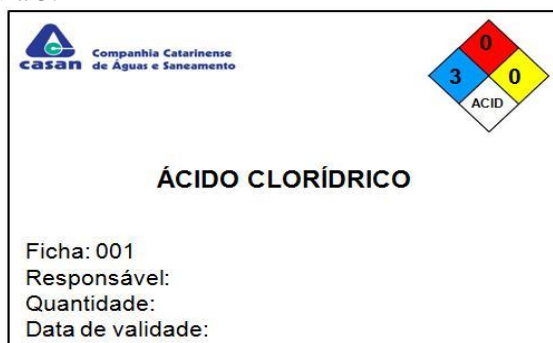


Figura 3: Proposta de rótulo para reagentes químicos. Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005 adaptado pela AUTORA, 2009.

Nas figuras 12 e 13, o item “ficha:001”, é uma ficha a ser armazenada em meio eletrônico no laboratório onde constam dados como medidas de segurança, propriedades físico-químicas e ambientais, dentre outros. Estas fichas podem ser preenchidas com o auxílio do site da cetesb , onde

procura-se o nome de um produto químico e então é apresentada uma ficha de informação sobre o produto químico desejado.

Posteriormente a armazenagem e rotulagem dos resíduos parte-se para o tratamento. para os resíduos classificados como soluções contendo ácidos e bases, quando necessário faz-se a neutralização do resíduo. no entanto, a utilização de ácidos e bases são em pequenas quantidades, ocorrendo, segundo colaboradores do laboratório, a diluição destes.

Segundo Alberguini; Silva; Rezende (2005) produtos químicos devidamente diluídos, quando depositados no meio ambiente são degradados progressivamente (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2005).

Ainda como tratamento de resíduos pode-se construir um tanque para equalização dos resíduos, onde destina-se as contribuições das pias do laboratório, no entanto, as soluções contendo ácidos e bases seriam misturas com a água proveniente também das pias, diluindo ainda mais os resíduos (DAL PONT, 2009)..

Para resíduos contendo metais pesados, segundo Bendassolli (et al 2003 apud TAVARES; BENDASSOLLI, 2005) a precipitação química é o processo mais frequentemente utilizado no seu tratamento.

No entanto, os resíduos classificados como contendo metais pesados devem ser armazenados para a realização da precipitação química e depois descartados na rede de esgoto. No tratamento de metais pesados pode-se utilizar segundo Nunes (2004), sulfato de alumínio, cloreto férrico ou sulfato férrico como precipitadores químicos.

No caso dos resíduos contendo mercúrio, segundo Paim; Palma; Eifler-lima (2002) no laboratório o mercúrio é um elemento muito tóxico comparando com os demais, onde para minimizá-lo utiliza-se a técnica de formação de sulfeto de mercúrio, que é insolúvel e não volátil ou por formação de amálgamas de mercúrio com outros metais. O amálgama e o Sulfeto de mercúrio podem ser recuperados ou descartados como resíduos sólidos, jamais em água corrente.

Posteriormente a realização do tratamento os resíduos precisam ser destinados de forma correta.

No caso do laboratório, após passar pelo tanque de equalização, os resíduos agora diluídos e neutralizados, serão encaminhados para a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) juntamente com o esgoto (DAL PONT, 2002).

Entretanto, seria necessário um estudo mais aprofundado para verificar se o resíduo após a equalização está realmente diluído e neutralizado. E ainda, existem produtos químicos que não são aconselhados a serem descartados na rede de esgoto.

Ressalta-se que todo o processo de implantação de um Gerenciamento de Resíduos exige a colaboração de todos os funcionários do setor e também da alta direção. Somente com o empenho do pessoal envolvido o gerenciamento terá sucesso e promoverá minimização de custos e proteção ao meio ambiente. Juntamente com o envolvimento completo, também é necessária a realização de treinamentos para apresentar o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos e como este funciona, não esquecendo de treinar os novos colaboradores a ingressarem na empresa.

7. CONCLUSÃO

O gerenciamento de resíduos é de grande importância para uma instituição ou empresa, pois através dele pode-se atingir objetivos como a minimização em custos com matéria-prima, insumos e reagentes, melhoria no rendimento da produção juntamente com o compromisso de proteção ambiental já que cada unidade geradora é responsável pelo seu resíduo gerado.

No entanto, sem a aprovação da alta direção e compromisso de todos os colaboradores o gerenciamento não tem sucesso e acaba no meio de seu desenvolvimento.

A realização de uma Auditoria de Redução de Resíduos é a etapa inicial de um gerenciamento, seguida do inventário do passivo e ativo, classificação dos resíduos, opções de reuso, reaproveitamento e reciclagem de resíduos, armazenamento e rotulagem, tratamento e por fim, disposição adequada dos resíduos. É necessário conhecer todo o processo produtivo do local a ser

implantado o programa e também seus resíduos gerados e estocados, pois não tem como gerenciar algo que não se conhece.

O Laboratório de Controle de Qualidade da Água da CASAN não possui um gerenciamento de resíduos, sendo este o motivo da proposta de gerenciamento apresentada no trabalho.

A periodicidade de realização da auditoria de redução de resíduos é importante caso modifique alguma análise ou modifique algum reagente, pois novos resíduos serão gerados.

Para que seja alcançado um dos princípios do gerenciamento de resíduos, o da redução de resíduos, deve-se substituir o uso de reagentes em análises por equipamentos, como é o caso da análise de flúor e pH, podendo ser realizadas por eletrodo de íon seletivo e pelo pHmetro. O valor de aquisição de um equipamento para realização de análises laboratoriais é menor se comparado ao valor gasto com uso de reagentes, tratamento e disposição final de resíduos.

Outra opção de minimização de resíduos é a adequação do número de análises realizadas conforme a portaria, pois se o número de análises for superior ao número exigido pela portaria, maior será a quantidade de resíduo gerado. As análises a mais devem ser feitas somente no caso de algum erro de procedimento em alguma análise, ressaltando que as atividades executadas no laboratório devem ser realizadas por pessoal qualificado ou sob supervisão deste, para que isso não ocorra.

Na implantação do gerenciamento proposto é preciso fazer um trabalho inicial de capacitação dos funcionários do quadro atual para se adequarem ao novo sistema de gerenciamento de resíduos e principalmente a questão da rotulagem, onde esta, conforme apresentada, possui muitas falhas.

Torna-se indispensável implementar os novos rótulos de acordo com as normativas internacionais, seguindo o diagrama de Hommel, descritas na etapa de rotulagem deste gerenciamento. A rotulagem de forma adequada, evita a ocorrência de acidentes, pois nas etiquetas atuais os riscos não são descritos e ainda permite conhecer os resíduos de validade ultrapassadas, então denominados resíduos que podem ser encaminhados para doação e reaproveitados.

Os tratamentos dos resíduos do laboratório devem ser avaliados com mais profundidade e atenção, pois os resíduos gerados no local são de formulações complexas e em muitos casos não se tem acesso a todos os componentes dos reagentes químicos utilizados nas análises, que posteriormente serão considerados no resíduo final gerado.

Porém, não basta implantar um Programa de Gerenciamento de Resíduos, é preciso realizar treinamento sempre que for renovado o quadro de colaboradores tanto direcionados para a identificação de novos produtos quanto para o descarte adequado e na implantação inicial.

8. REFERÊNCIAS

ALBERGUINI, Leny B. A; SILVA, Luís Carlos da; REZENDE, Maria Olímpia O. **Tratamento de resíduos químicos**: guia prático para a solução dos resíduos químicos. São Carlos: RiMa, 2005. 104 p.

BATALHA, Alice Aurora; LIGIÉRO, Simone Dornellas; FUKASE, Lucia Toshie. Planejamento para implantação do Sistema de Gestão Ambiental em um laboratório de análise de água de pequeno porte: o estudo de caso da Aqualar Análise Laboratorial. In **Anais... XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção** – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005. ENEGEP 2005 ABEPRO.p. 5109-5116. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1002_1082.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2009.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 358 de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências**. Brasília: Diário Oficial da União. 4 maio 2005. p. 614-621. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf>>. Acesso em: 24 de ago. 2009.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **História da CASAN e do saneamento em Santa Catarina.** Florianópolis: CASAN, 2005. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/index.php?sys=3>>. Acesso em: 31 de ago. 2009.

DAL PONT, Silvio César. **Tratamento de resíduos. Depoimento.** Entrevistadora: Vanessa de Castro Barbosa. Criciúma: CASAN, 2009. Entrevista concedida para realização do Trabalho de Conclusão de Curso.

JARDIM, Wilson de Figueiredo. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova** [online]. 1998, vol.21, n.5, pp. 671-673. ISSN 0100-4042. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n5/2943.pdf>> Acesso em: 07 ago. 2009.

JARDIM, Wilson de Figueiredo. **Gerenciamento de resíduos químicos.** Instituto de Química Laboratório de Química Ambiental – LQA. São Paulo: UNICAMP. 2002. 19 p.

NOLASCO, Felipe Rufine; TAVARES, Glauco Arnold; BENDASSOLLI, José Albertino. Implantação de Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. Rio de Janeiro: ABES, **Engenharia Sanitária Ambiental**. [online]. 2006, vol.11, n.2, abr/jun 2006, p. 118-124. ISSN 1413-4152. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v11n2/30471.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2009.

NUNES, José Alves. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais.** 4. ed Aracaju, SE: Gráfica Editora J. Andrade, 2004. 298 p.

PAIM, C.P.; PALMA, E.C.; EIFLER-LIMA, V.L. **Gerenciar Resíduos Químicos: uma necessidade.** Rio Grande do Sul: UFRGS. Caderno de Farmácia, v. 18, n. 1, p. 23-31, 2002. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/farmacia/cadfar/v18n1/pdf/CdF_v18_n1_p23_32_2002.pdf>. Acesso em: 24 de ago. 2009.

PENATTI, Fabio Eduardo; GUIMARÃES, Solange T. L.; SILVA, Paulo Marcos da. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de análises e pesquisa: o desenvolvimento do sistema em laboratórios da área química. In.: **Anais...** IV Fórum Ambiental da Alta Paulista. v. IV. Ano 2008. ISSN 1980-0827. Estância Turística de Tupã/SP: ANAP – Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 21 a 24 de julho de 2008. Disponível em: <<http://www.amigosdanatureza.org.br/noticias/396/trabalhos/536.A-RT-10.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2009.

SÃO PAULO. **Instrução Normativa nº16/2004-DGE. Estabelece normas para a rotulagem preventiva de produtos químicos.** Lorena – SP: Faculdade de Engenharia Química de Lorena – Faenquil. Ago 2004. 8 f. Disponível em: <http://www.eel.usp.br/gsm-t-cipa/3normalizacao/instrucao_normativa/IN_2004/in_16_04.pdf>. Acesso em: 07 de ago. 2009.

SCHILLING, Glaucia Espíndola Machado; ZENY, Ana Sylvia; BAPTISTA, Manuel Victor da Silva. Auditoria de Redução de Resíduos. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. Desafios para o saneamento ambiental no terceiro milênio. Rio de Janeiro, ABES, 1999. Tab. **Anais...** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20 Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental, 3, Rio de Janeiro, 10-14 mai. 1999 p.1920-1925.

TAVARES, Glauco Arnoldo; BENDASSOLLI, José Albertino. **Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa na CENA/USP.** São Paulo: Piracicaba, 2005. p. 732-737.



www.abes-rs.org.br/qualidade

17 a 19 de maio de 2010

VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental

Centro de Eventos da PUCRS Porto Alegre • RS • Brasil

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Normas de procedimento para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos.** São Carlos: Unidade de Gestão de Resíduos. UGR, 2005. Disponível em: <[http://www.ufscar.br/~ugr/Norma%20UGR%20-%20NR%2001\(1\).pdf](http://www.ufscar.br/~ugr/Norma%20UGR%20-%20NR%2001(1).pdf)>. Acesso em: 07 ago. 2009.